Aus der Universitätsklinik und Poliklinik für Zahn-,
Mund- und Kieferkrankheiten Würzburg

Direktor: Prof. Dr. R. Naujoks

KARIESBEFALL, SCHMELZFLECKEN UND ZEITLICHER ABLAUF DES ZAHNDURCHBRUCHS 12 - 14JÄHRIGER SCHÜLER BEI EINER FLUORIDKONZENTRATION VON 3 PPM IM TRINKWASSER

I n a u g u r a l - D i s s e r t a t i o n
verfaßt und der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Julius-Maximilians-Universität Würzburg
zur
Erlangung der zahnmedizinischen Doktorwürde

vorgelegt von
Otto Mulfinger
aus Ochsenfurt

Würzburg, den 23. März 1981

Aus der Universitätsklinik und Poliklinik für Zahn-,
Mund- und Kieferkrankheiten Würzburg

Direktor: Prof. Dr. R. Naujoks

KARIESBEFALL, SCHMELZFLECKEN UND ZEITLICHER ABLAUF DES ZAHNDURCHBRUCHS 12 - 14JÄHRIGER SCHÜLER BEI EINER FLUORIDKONZENTRATION VON 3 PPM IM TRINKWASSER

I n a u g u r a l - D i s s e r t a t i o n
verfaßt und der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Julius-Maximilians-Universität Würzburg
zur
Erlangung der zahnmedizinischen Doktorwürde

vorgelegt von
Otto Mulfinger
aus Ochsenfurt

Würzburg, den 23. März 1981

Referent:	Privatdozent Dr. W. Wiedemann
Korreferent:	Professor Dr. R. Naujoks
Dekan:	Professor Dr. K.-H. Wulf

Tag der mündlichen Prüfung: 27. Juli 1981

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität Würzburg

Meiner Frau

I N H A L T S V E R Z E I C H N I S

		Seite
I.	EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG	1
II.	WISSENSCHAFTLICHER HINTERGRUND	3
	A. Geochemische Verfügbarkeit des Fluorid-Ions	3
	B. Fluorid im biochemischen System	4
	1. Pharmakokinetik	4
	2. Bedeutung für Zahnhartsubstanzen	5
	C. Toxikologie des Fluorids	6
	1. Allgemeine toxikologische Aspekte	6
	2. Dentalfluorose	7
III.	PROBANDENGUT, MATERIAL UND METHODE	10
	A. Befunderhebung	10
	B. Probanden	10
	C. Frage- und Befundbogen	11
	D. Definition und Auswertung der Befunde	12
	1. Kariöse Läsionen	12
	2. Schmelzveränderungen	13
	3. Zahndurchbruch	15
IV.	ERGEBNISSE	16
	A. Kariesbefall	16
	B. Schmelzveränderungen	19
	C. Eruptionsverhalten	22
V.	DISKUSSION	25
	A. Beurteilung der kariesstatistischen Untersuchungen	25
	B. Beurteilung der Schmelzveränderungen	29
	C. Beurteilung des Eruptionsverhaltens	30
VI.	ZUSAMMENFASSUNG	33
	L I T E R A T U R V E R Z E I C H N I S	I - VII

I. EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG

Im Jahre 1976 wurden vom Landesuntersuchungsamt für Gesundheitswesen Analysen des Trinkwassers im Raum Mittelfranken vorgenommen. Dabei fanden sich im Wasserversorgungsgebiet Büchenbach - Aurach im Trinkwasser Fluoridkonzentrationen von etwa 3 Milligramm pro Liter. Dieser hohe F^--Gehalt gab Anlaß zu epidemiologischen Untersuchungen des Zahngesundheitszustandes dort ansässiger Kinder. Die Erhebungen wurden von Mitarbeitern der Würzburger und Erlanger Universitätszahnkliniken durchgeführt. Zur Kontrolle des Fluoridspiegels wurden im Juni/Juli 1978 verschiedene Wasserproben direkt bei den Verbrauchern entnommen und mittels einer ionenselektiven Elektrode von einer mit dieser Methode (30) vertrauten Chemielaborantin der Klinik in Würzburg analysiert. Die ermittelten Werte streuten geringfügig im Bereich von 2,85 - 3,08 ppm.

Zahnkaries gilt als häufigste und am weitesten verbreitete Krankheit der heutigen Zeit. Über 9/10 der Bevölkerung der westlichen Zivilisationen sind davon betroffen. Die zahnmedizinische Versorgung bedarf eines erheblichen Aufwandes (64). Das Element Fluor stellt die einzige bekannte Substanz, die wirksam und auf längere Zeit zur Verhütung von Karies beitragen kann.

Dabei ist die Wirksamkeit abhängig von Art und Zeitpunkt der Applikation und von der Dosierung. Fluoridiertes Trinkwasser erweist sich kariesprophylaktisch als ebenso wertvoll wie Wasser mit natürlich hohem Fluoridspiegel.

DEAN und Mitarbeiter konnten bereits in den Jahren 1941 und 1942 den Zusammenhang zwischen natürlich hohem Fluoridgehalt und äußerst niedrigem Kariesbefall nachweisen (17, 18). Andere Studien über dieses Thema konnten die Ergebnisse nur bestätigen (8, 19, 31, 33, 34).

Basierend auf diesen sowie weiteren Untersuchungen, wurde vielerorts das Trinkwasser auf die als optimal angesehene Menge von 1 mg pro Liter angereichert. Vertretend sei hier die Stadt Basel/Schweiz genannt. Kontrollen nach 5, 10 und 15 Jahren Trinkwasserfluoridierung bestätigten den kariesreduzierenden Effekt so überzeugend, daß diese Prophylaxemaßnahme heute als Mittel der Wahl angesehen werden muß (23, 24, 25). Je nach Anwendungsdauer beträgt die Kariesreduktion bis zu 75 %.

Die eigenen Untersuchungen sollten Zusammenhänge zwischen Kariesbefall und dem erhöhten Fluoridgehalt im Raum Büchenbach - Aurach aufzeigen und eine eventuelle Dentalfluorose (mottled enamel) berücksichtigen. Aus den ebenfalls mit aufgenommenen Durchbruchstadien der bleibenden Zähne sollte sich gegebenenfalls ein zeitlich veränderter Ablauf des Zahndurchbruchs statistisch ermitteln lassen.

II. WISSENSCHAFTLICHER HINTERGRUND

A. GEOCHEMISCHE VERFÜGBARKEIT DES FLUORID-IONS

Der natürliche Fluoridgehalt des Wassers kommt durch Lösungsvorgänge aus Gesteinen und anderen Bodenbestandteilen zustande. Besonders reich an Fluor sind Mineralien wie Fluorit, Glimmer, Apatit, Topas und Hornblende.

Für das Apatit-Kristallgefüge läßt sich folgendes Gleichgewicht definieren, welches dem Massenwirkungsgesetz gehorcht (42):

$$Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2 + F^- \rightleftharpoons Ca_{10}(PO_4)_6(F,OH) + OH^-$$

Die Freisetzung von Fluorid-Ionen entspricht dem Verschieben des Gleichgewichtes nach links. F^- und OH^- haben nahezu identische Ionenradien (1,33 Å bzw. 1,32 Å) und ähnliche Elektronegativität. Es resultieren die leichte Austauschbarkeit der beiden Ionen und die Fähigkeit, Wasserstoffbrückenbindungen zu bilden (14, 70).

Über die Verwitterung gelangt das Element Fluor in einen Kreislauf, dem sich, mit Wasser als Überträger, die biochemischen Systeme von Lebewesen anschließen. In diesen dominiert der Fluorideinbau in Hartgeweben, deren Kristallgitter ähnlich dem des Apatits aufgebaut sind (69, 81).

Das Meerwasser enthält einen Anteil von 0,8 - 1,4 mg Fluor pro Liter (37, 78, 80). In der Erdrinde findet sich das Halogen doppelt so häufig wie Chlor; im Gegensatz zu diesem ist es jedoch nie in hochkonzentrierten Lagerstätten anzutreffen (3, 79).

B. FLUORID IM BIOCHEMISCHEN SYSTEM

1. Pharmakokinetik

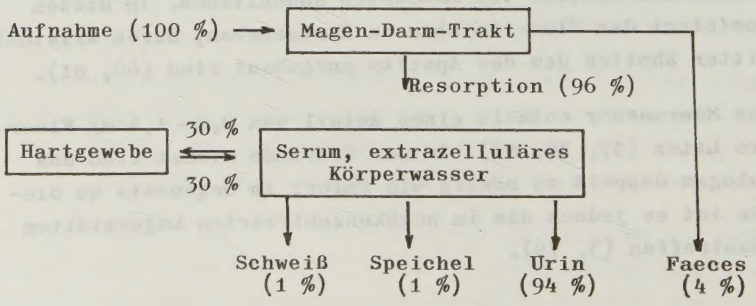
Die Vorgänge im Körper stellen stets eine Chemie in wäßriger Lösung dar. So umgibt sich das elektronisch abgesättigte Fluorid-Ion, falls es in fester Form aufgenommen wird, während des Lösungsvorganges mit mehreren Hydrathüllen: Wassermoleküle ordnen sich schalenartig um das Anion an. In dieser Weise erfolgt auch die Aufnahme im Dünndarm:

$$NaF + (x + y)\ H_2O \longrightarrow Na^+\ xH_2O + F^-\ yH_2O$$

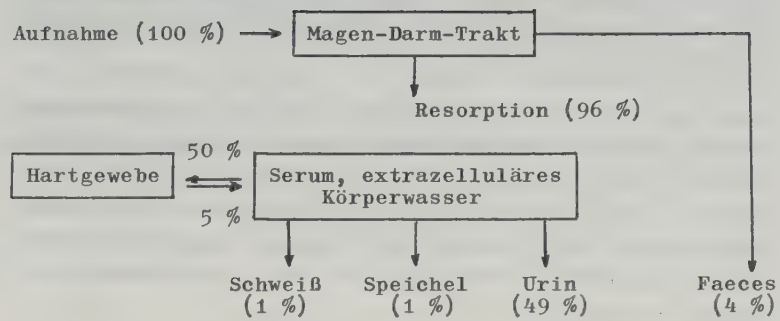
Im Trinkwasser liegen dementsprechend bereits die hydratisierten Teilchen vor. Calcium- und Magnesiumfluoride unterliegen aufgrund ihres kleinen Löslichkeitsproduktes in geringer Menge der Resorption.

Die Fluorbilanz erweist sich beim erwachsenen Menschen als ausgeglichen. Als Zeichen überwiegender osteoblastischer Tätigkeit beim Jugendlichen werden bis zur Skelettreife bedeutende Mengen an Fluorid zum Aufbau von Knochen- und Zahngeweben eingesetzt (12).

Erwachsener:



Jugendlicher:



Retention (45 %) Ausscheidung (55 %)

Bei einmaliger Aufnahme von 1 mg F^- in Tablettenform steigt die Fluoridkonzentration im extrazellulären Körperwasser innerhalb von 30 Min. von 0,02 mg/l auf 0,06 mg/l; die renale Ausscheidung ist bereits nach 6 - 8 Std. abgeschlossen. Es sei aber bemerkt, daß das Fluorid als leicht durch das Hydroxyl-Ion ersetzbares Anion selbst aus Hartgeweben heraus noch verfügbar ist und somit nicht seine Wirksamkeit verloren hat (65, 66).

2. Bedeutung für Zahnhartsubstanzen

Die kariogene Zerstörung von Zahnhartsubstanzen besteht in deren Lösung durch mikrobiologisch gebildete Säuren. Die resultierenden Ca^{2+} und PO_4^{3-} vereinigen sich im Beisein von F^- besonders rasch zum stabilen Fluorapatit (Remineralisation, Rekristallisation), während ohne F^- die Transformation des löslicheren Octacalciumphosphats verlangsamt abläuft (10, 43).

Da die Plaque eine filzige, schwammartige Substanz darstellt, reichern sich Fluorid-Ionen in ihr besonders an (29) und wirken inhibitorisch auf den Fermentstoffwechsel

der Mikroorganismen ein. Über eine Verminderung der mikrobiellen Plaque kommt es zu geringeren Säurekonzentrationen am Zahnschmelz (9, 35).

Durch den Einfluß hoher F^--Konzentrationen auf den Zahnschmelz (Touchierung) entsteht primär eine Deckschicht aus Fluorit (CaF_2), die einen Fluorgehalt von 2 000 ppm und mehr aufweist. In der Grenzschicht zwischen Fluorit und darunterliegendem Apatit findet eine ständige Substitution von Hydroxyl- gegen Fluorid-Ionen statt. Das Endprodukt ist wieder Fluorapatit (60).

Diese chemischen Vorgänge führen zu einer geringen Schmelzlöslichkeit; die Kariesresistenz zeigt sich erhöht.

Gestützt auf wissenschaftliche Erkenntnisse wurden unterschiedliche Prophylaxemaßnahmen propagiert. Die kollektive Verabreichung von fluoridiertem Trinkwasser oder Kochsalz erbringt Kariesreduktionen von über 60 % (13, 26). Die individuelle Anwendung von F^--Tabletten, -Zahnpasta, -Lack und -Gel vermag diese Erfolge nicht aufzuweisen (38, 48, 53, 54, 55, 56, 62), da hier häufig das Durchhaltevermögen der Einzelperson beschränkend einwirkt.

C. TOXIKOLOGIE DES FLUORIDS

1. Allgemeine toxikologische Aspekte

Über die Toxizität von hohen Fluoridkonzentrationen berichtet bereits ROHOLM im Jahre 1937. Er beobachtete bei Kryolith-Arbeitern, die täglich 14 - 68 mg Fluorid aufnahmen, schwere Fälle von Osteosklerosen und Exostosen (72). SINGH et al. fanden ebenfalls starke Veränderungen des Skeletts bei Personen, deren Trinkwasser einen Gehalt von 9,5 ppm Fluorid aufwies (76).

Dagegen ließen sich in Colorado Springs bei einem Trinkwasser mit 2,5 ppm natürlichem Fluoridgehalt keinerlei pathologische Befunde bei Sektionen an 900 Personen feststellen, die in Zusammenhang mit der erhöhten Fluoridzufuhr zu sehen wären (22).
Toxikologisch bedenklich sind offensichtlich erst Konzentrationen von wesentlich mehr als 3,0 ppm. Selbst 8 mg F^-/l führen nur bei 10 % - 15 % der Bevölkerung zu geringen Knochenverdichtungen. Diese röntgenologischen Befunde wurden von LEONE et al. in der Stadt Bartlett/Texas erhoben (51).

Die Studie von HAGAN und seinen Mitarbeitern zeigt, daß die tägliche Fluoridaufnahme von etwa 1 ppm zu keinem gehäuften Auftreten der fünf verbreitetsten Todesursachen (Herzkrankheiten, Krebs, intrakranielle Läsionen, Nierenerkrankungen, Lebercirrhose) führt (27).
Auch HENSCHLER und KÖNIG bezeichnen die Konzentration von 1 ppm F^- als völlig unbedenklich (32, 41).
Der Lausanner Pharmakologe DEMOLE sieht einen Fluoridgehalt von 1 mg F^- pro Liter Trinkwasser als normal an. Er betrachtet unter diesem Wert liegende Mengen als Defizit, der durch Auslaugung der in der Erdrinde natürlich vorkommenden Fluorverbindungen entstanden ist (19).
Allergien konnten in keinem einzigen Fall dem essentiellen Spurenelement Fluor angelastet werden (85).
Die angeführten Arbeiten seien nur stellvertretend für unzählige Veröffentlichungen auf diesem Gebiet genannt.

2. Dentalfluorose

Zu den Erscheinungen, die nach überhöhter Fluoraufnahme auftreten können, ist die Fluorose der Zähne zu rechnen. Gefleckter Schmelz (mottled enamel) ist besonders in Gebieten zu beobachten, in welchen die Fluoridkonzentration des Trinkwassers 1,5 ppm überschreitet. Zusätzlich zu den Verfärbungen lassen sich ab 6 mg F^-/l äußere Hypoplasien, d.h.

Veränderungen der Schmelzoberfläche feststellen (52). Das erste Auftreten von fluorbedingten Erscheinungen im Schmelz der Zähne läßt sich jedoch keiner bestimmten Konzentration zuordnen, da sich fluorbedingte und idiopathische Anomalien oft nicht unterscheiden lassen. Außerdem ist die Menge an tatsächlich mit dem Trinkwasser aufgenommenem Fluorid abhängig von sozialen Verhältnissen, der Ernährung sowie klimatischen Faktoren.

Die Fluorose der Zahnhartgewebe ist auf eine Störung der Ameloblastentätigkeit zurückzuführen. Das Fluorid-Ion kann mit seinen Hydrathüllen die Plazentarschranke nicht überwinden; eine Beeinflussung der Schmelzbildner der Milchzähne scheint unmöglich, da deren Kronenbildung bereits kurz nach der Geburt abgeschlossen ist. Form- und Farbunregelmäßigkeiten dieser Dentition dürften in den meisten Fällen durch Krankheiten verursacht sein, die die Mutter während der Schwangerschaft durchgemacht hat (71, 84). Eine direkte Interaktion des Ions mit dem Schmelzbildungsorgan kann also nur vom Zeitpunkt der Geburt bis zum Abschluß der Kronenbildung der 2. Molaren (ca. 8. Lebensjahr) stattfinden. Die Auswirkungen erstrecken sich von opaken, weißen Flecken im Schmelz (Oberfläche unverändert) bis zu den von MANNERBERG beschriebenen Form- und Farbveränderungen (52). Eine braune Verfärbung ergibt sich erst "post eruptionem", vermutlich durch Einlagerung von Eisensalzen (58).

Die im Jahre 1956 von FORREST durchgeführten Untersuchungen wiesen eine Abhängigkeit des Durchschnittswertes der Dentalfluorose (community index of mottling) vom Trinkwasserfluoridgehalt nach. Gleichzeitig konnte die kariesprophylaktische Wirkung des F^--Ions bestätigt werden (21). Der niedrigste "community index of mottling" wird bei 0,9 ppm F^- erreicht. (Abb. 1)

Zu ähnlichen Ergebnissen gelangt MØLLER in seiner Veröffentlichung aus dem Jahre 1965 (58).

Bereits 1936 hatte DEAN auf den hohen Anteil an gefleckten Schmelz hingewiesen, der ab einer F^--Konzentration von 1,7 ppm auftritt (16). (Abb. 2)

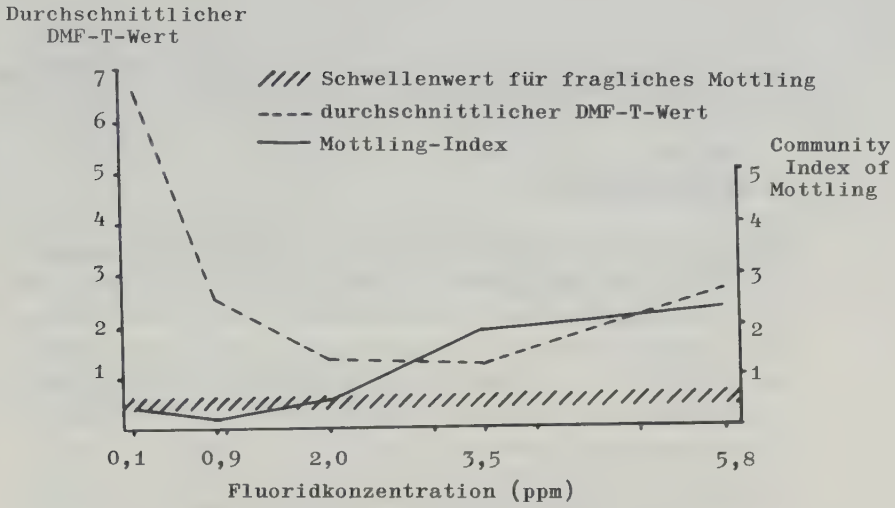


Abb. 1: Zusammenhang zwischen Karieshäufigkeit bzw. Schmelzflecken bei 12 - 14jährigen Kindern und dem Fluoridgehalt des Trinkwassers (FORREST, 1956)

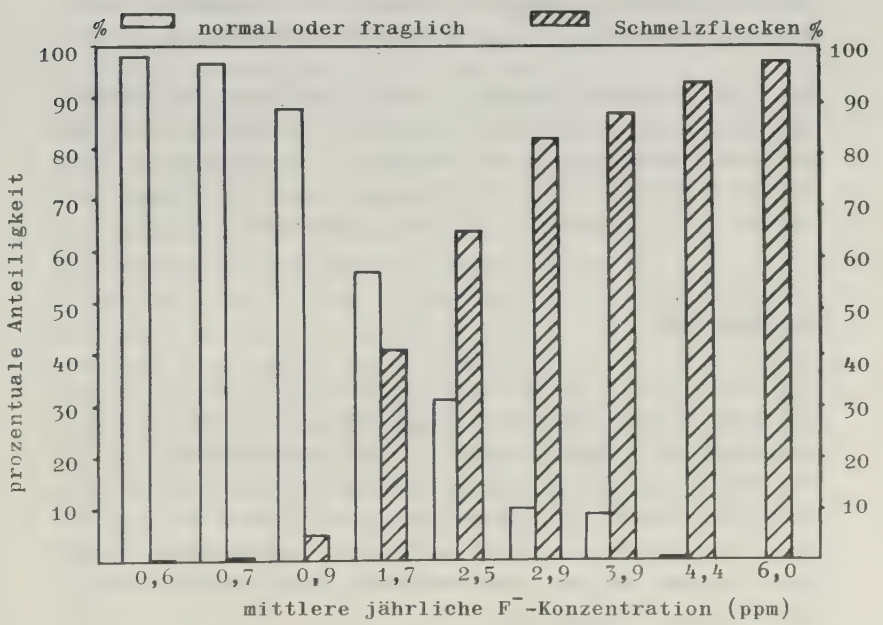


Abb. 2: Das Auftreten von Schmelzflecken in Gebieten mit unterschiedlichen Fluoridkonzentrationen im Trinkwasser (DEAN, 1936)

III. PROBANDENGUT, MATERIAL UND METHODE

A. BEFUNDERHEBUNG

Die eigenen Untersuchungen sollten Aufschluß über den Kariesbefall und das Ausmaß der Dentalfluorose bei 12 - 14jährigen Schulkindern aus dem Wasserversorgungsgebiet Büchenbach - Aurach geben (Fluoridkonzentration ca. 3 ppm). Das ebenfalls mit aufgenommene Durchbruchsstadium ermöglicht eine Aussage über das Eruptionsverhalten der 2. Dentition in der Endphase. Besondere Beachtung wird der Frage geschenkt, ob durch den überhöhten Fluoridgehalt ein verlangsamter Durchbruch stattfindet, wie von KÜNZEL berichtet wird (46).

Dem Team gehörten zwei Klinikärzte, zwei Studenten, eine Helferin, eine Fotografin und ein Techniker an.

Während der Unterrichtszeit wurden die Kinder untersucht, der Fragebogen ausgefüllt, die Zähne geputzt und Bißflügelaufnahmen angefertigt. Der benötigte Zeitaufwand war etwa 20 - 30 Minuten je Schüler. Die intraorale Befunderhebung führten beide Zahnärzte vollkommen unabhängig durch.

B. PROBANDEN

Aus dem Wasserversorgungsgebiet Büchenbach - Aurach wurden 156 Schüler der Geburtsjahrgänge 1964, 1965 und 1966 untersucht. Seit Geburt lebten 121 der Jugendlichen in diesem Gebiet (Gruppe A); 35 Probanden sind zu unterschiedlichen Zeitpunkten dorthin zugezogen und können nur als interne Vergleichsgruppe mit geringerer Aussagekraft aufgeführt werden, da der Wohnortwechsel zeitlich nicht aufgelistet wurde (Gruppe B).

Jahrgang	männlich	weiblich	Summe
1966	32 (6)	32 (4)	64 (10)
1965	17 (7)	15 (7)	32 (14)
1964	17 (4)	8 (7)	25 (11)

Tab. 1: Probanden der Gruppen A und B, Geburtsjahrgang und Geschlecht; Angaben der Gruppe B in Klammern

C. FRAGE- UND BEFUNDBOGEN

Der an die Eltern gerichtete Fragebogen (siehe Anlage 1) enthielt außer dem Namen und dem Geburtsdatum des Kindes Angaben über eventuellen Wohnungswechsel, Strahlenbelastung innerhalb der letzten zwölf Monate, Applikation von Fluoridtabletten oder Verwendung von fluoridhaltigen Zahnpasten. Die Erziehungsberechtigten erklärten die Zustimmung zur Untersuchung durch ihre Unterschrift.
Die Kinder beantworteten auf einem vorgedruckten Formular durch Ankreuzen Fragen nach Zahnputzgewohnheiten (Häufigkeit und Zeitpunkt), Verzehr von Süßigkeiten und Trinkgepflogenheiten (siehe Anlage 2).
Die Ergebnisse der klinischen Untersuchung wurden in zwei Befundblättern festgehalten (siehe Anlage 3).
Milchzähne bzw. Durchbruchsstadium der bleibenden Zähne, Füllungen und deren Ausdehnung, Füllungsmaterial und außerdem eine qualitative Aussage über die Mundhygiene wurden in das eine Befundblatt eingetragen. Der andere Bogen enthielt Angaben über den Schweregrad der kariösen Läsionen, Sekundärkaries, Schmelzflecken (aufgelistet nach der Beschaffenheit), Zahnstein und über vorgenommene Extraktionen.

D. DEFINITION UND AUSWERTUNG DER BEFUNDE

1. Kariöse Läsionen

Der Schweregrad der kariösen Läsionen wurde nach H.R. MÜHLEMANN (61) klassifiziert:

Fissuren- und Grübchenkaries

Grad	Definition
0	gesund
1	dünne, helle Linie oder kreidiger Rand in Fissur oder Grübchen
2	dünne, braune bis schwarze Linie
3	Defekt, in keiner Richtung größer als 2 mm
4	Defekt größer als 2 mm

Glattflächenkaries (auch approximal)

Grad	Definition
0	gesund
1	kreidiger Fleck, in keiner Richtung größer als 2 mm
2	kreidiger Fleck, größer als 2 mm
3	Defekt, kleiner als 2 mm
4	Defekt, größer als 2 mm

Zur Auswertung wurden, wie international üblich, die DMF-T- und DMF-S-Werte gebildet (4, 5, 39). Der DMF-T gibt wieder, wieviele bleibende Zähne (Teeth) pro Kind zerstört (Decayed), extrahiert (Missing) oder mit Füllungen versorgt (Filled) sind; die Variationsbreite liegt zwischen 0 und 28. Die Weisheitszähne werden nicht aufgeführt.
Der DMF-S-Index enthält die entsprechenden Angaben, wobei aber nicht der Zahn, sondern seine Flächen (Surfaces) zählen. Schneide- und Eckzähne weisen 4 Flächen (mesial, distal, labial, lingual), Prämolaren und Molaren dagegen fünf Flächen (mesial, distal, labial, lingual, okklusal) auf. Der höchste DMF-S-Wert ist folglich 128. Als "Decayed" fanden nur die Kariesgrade 3 und 4 Beachtung.

Aus kieferorthopädischen Gründen extrahierte Zähne bzw. solche, die infolge eines Traumas verlorengegangen waren, sind nicht in die Wertung einbezogen. Berücksichtigung fanden nur Zähne, bei denen die kariöse Zerstörung die Entfernung notwendig machte.

Bei der elektronischen Datenverarbeitung wurde jeder Zahn bzw. jede Fläche nur einmal aufgeführt, auch wenn neben oder an den Füllungen Karies auftrat. Es zählte dann nur die kariöse Läsion.
Die Befunderhebung beinhaltet ausschließlich Zähne der Durchbruchsstadien 3, 4 und 5.

Die klinische Diagnostik mit Spiegel und Sonde wurde im Seitenzahnbereich durch Röntgenbißflügelaufnahmen ergänzt (57, 67).

2. Schmelzveränderungen

Die Beurteilung der Schmelzveränderungen erfolgte nach der Einteilung von DEAN (15). Er gibt vier Schweregrade an und beschreibt diese nach makroskopisch sichtbaren Kriterien:

Schweregrad	Bewertungsmaßstab
0	Normaler Schmelz
0,5	Nur wenige weiße Flecken von geringem Durchmesser (1 - 2 mm). Die Veränderungen sind nur nach dem Trocknen sichtbar, u.U. liegt keine Hypoplasie vor.
1	Sehr milde Hypoplasie, die sich in Form von kleinen opaken Flecken und Streifen manifestiert. Es sind weniger als 25 % der Buccalfläche der betroffenen Zähne befallen; ebenfalls erst nach dem Trocknen sichtbar.
2	Milde Hypoplasie, die weniger als die Hälfte der Buccalfläche ausmacht. Teilweise kommen bräunliche Verfärbungen vor und mechanisch beanspruchte Teile zeigen sich opak und abgenutzt.

3 Mäßige Hypoplasie, die die gesamte Zahnoberfläche überzieht. Neben deutlichen schmutzig-gelben bis braunen Flecken und Streifen fehlt die Transparenz des Schmelzes.

4 Schwere Hypoplasie; zusätzlich zu starken Farbveränderungen ist die Zahnoberfläche deutlich durch Grübchen und Querrillen verändert. (Abb. 3)

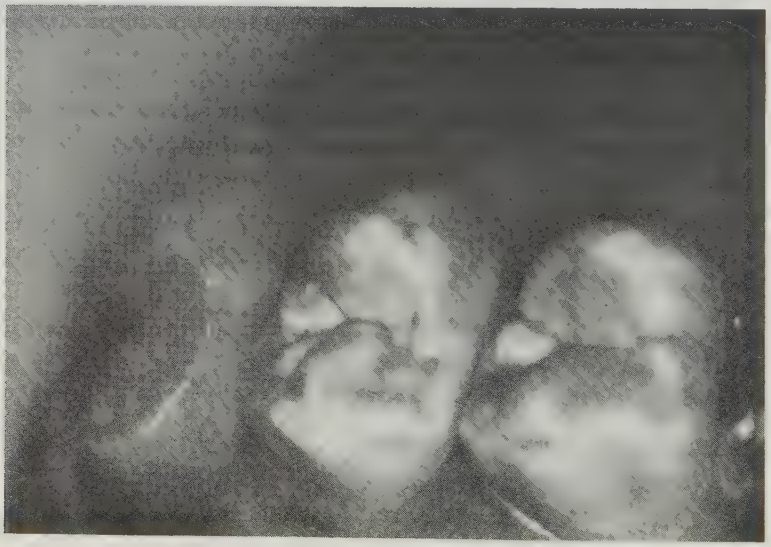


Abb. 3: Seitenzahnbereich mit schweren Schmelzhypoplasien (DEAN - Schweregrad 4)

3. Zahndurchbruch

Für den Durchbruch der Zähne wurden fünf Phasen durch Zahlen gekennzeichnet:

Durchbruch-stadium	Definition
0	Der Zahn ist weder sichtbar, noch tastbar; nur eine Röntgenkontrolle kann Auskunft über das Vorhandensein der Zahnanlage geben.
1	Der Zahn läßt sich durch die intakte Schleimhaut ertasten.
2	Der Zahn ist bereits mit einer (mehreren) Höckerspitze(n) oder mit der Incisalkante durchgebrochen.
3	Die Krone ist bis zu einem Drittel durchgebrochen.
4	Bis zu 2/3 der zu erwartenden Gesamtlänge der Krone sind sichtbar.
5	Mehr als 2/3 der Zahnkrone sind durchgebrochen.

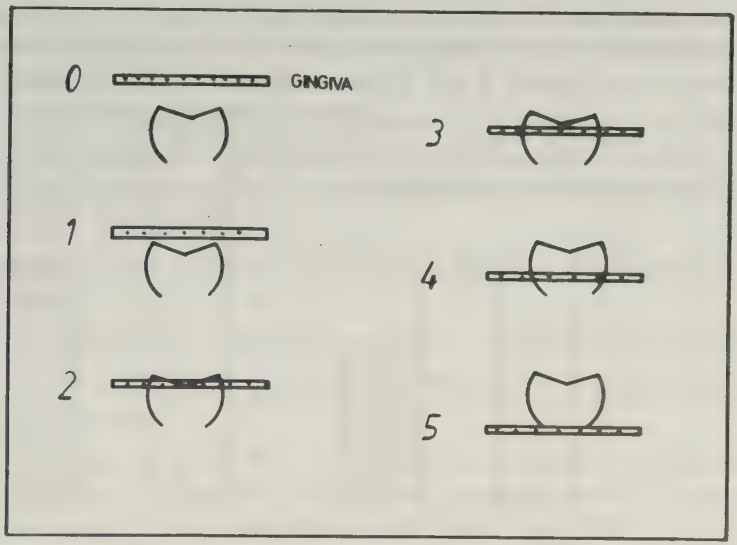


Abb. 4: Stadien des Zahndurchbruchs

IV. ERGEBNISSE

Die Befunde von 156 Schulkindern der Geburtsjahrgänge 1964, 1965 und 1966 wurden auf Computerbogen übertragen und im Rechenzentrum der Universität Würzburg auf Magnetplatten gespeichert. Nach Definierung der Variablen konnte die Bearbeitung mittels Lochkarten erfolgen.

A. KARIESBEFALL

Der Kariesbefall wird, um innerhalb der Literatur vergleichbare Ergebnisse zu schaffen, durch die DMF-T- bzw. DMF-S-Werte ausgedrückt.
Die Abbildung 5 veranschaulicht die aus der 1. und 2. Untersuchung resultierenden Mittelwerte. Die Signifikanz zwischen den Gruppen A und B ist durch den U-Test gegeben.

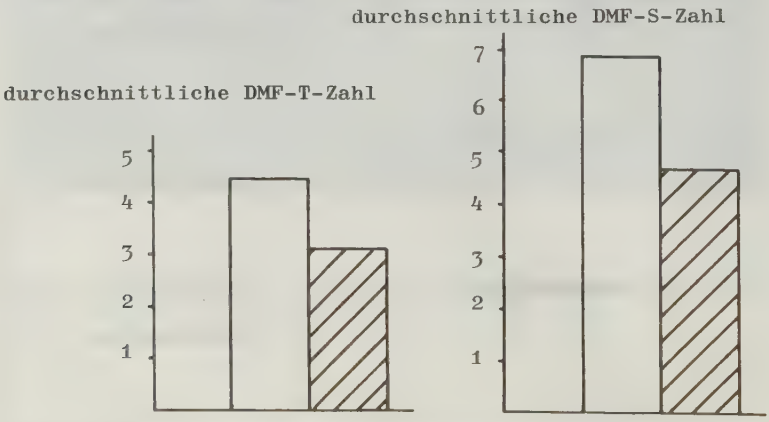


Abb. 5: DMF-T DMF-S

Gruppe A (ständiger Wohnsitz)

Gruppe B (Probanden mit Wohnsitzwechsel)

Jeweils Mittelwerte aus der 1. und 2. Untersuchung

Von den 121 ständig im Raum Büchenbach - Aurach lebenden Jugendlichen hatten neun ein karies- und füllungsfreies Gebiß (≙ 7,4 %), wohingegen bei den 35 Vergleichskandidaten kein einziger einen tadellosen Zahnbestand aufweisen konnte.

Die detaillierte Befunderhebung läßt Aussagen über die Kariesanfälligkeit der einzelnen Zähne zu. Von Interesse sind in diesem Zusammenhang Rechts - Links - Vergleiche und vergleichende Betrachtungen von Oberkiefer und Unterkiefer.

Die miteinander verbundenen Punkte des Graphen (Abb. 6) sind Prozentangaben, die sich aus dem Quotienten der DMF-T-Zahl mit der Gesamtzahnzahl, multipliziert mit dem Faktor 100, errechnen (bezogen auf die einzelnen Zähne).
Die Abb. 6 stützt sich auf die Befunderhebung eines Untersuchers. Erfahrungsgemäß weisen die 6-Jahr-Molaren die höchsten Werte auf. Sie sind, wie auch die zweiten Molaren, im UK stärker gefährdet als im OK.
Die Läsionen an den Schneidezähnen und an den Prämolaren sind dagegen im ersten und zweiten Quadranten häufiger vertreten.

Die Kurvencharakteristik der Gruppe A ist ein Hinweis auf den symmetrischen Kariesbefall. Erwartungsgemäß ist bei kleinen Probandenzahlen diese Eigenschaft schlechter zu erkennen (Gruppe B).

Zusammengefaßt erlauben die eigenen Ergebnisse folgende Aussagen:

1. Am häufigsten betroffen sind die 1. Molaren von OK und UK.
2. Obwohl noch nicht lange durchgebrochen, folgen bald die 2. Molaren.
3. Die Prämolaren sind zu kurzfristig kariogenen Noxen ausgesetzt, als daß man endgültige Aussagen treffen könnte; es deutet sich jedoch eine hohe Kariesanfälligkeit an.
4. Die Schneidezähne des ersten und zweiten Quadranten sind wenig kariesresistent.

5. Die Eckzähne und die UK-Schneidezähne haben nahezu keine kariösen Läsionen, wobei berücksichtigt werden muß, daß die Eckzähne noch nicht lange durchgebrochen sind.

6. Die höhere Kariesanfälligkeit manifestiert sich hauptsächlich an den Zähnen, die am längsten den destruierenden Prozessen im Biotop Mundhöhle ausgesetzt sind.

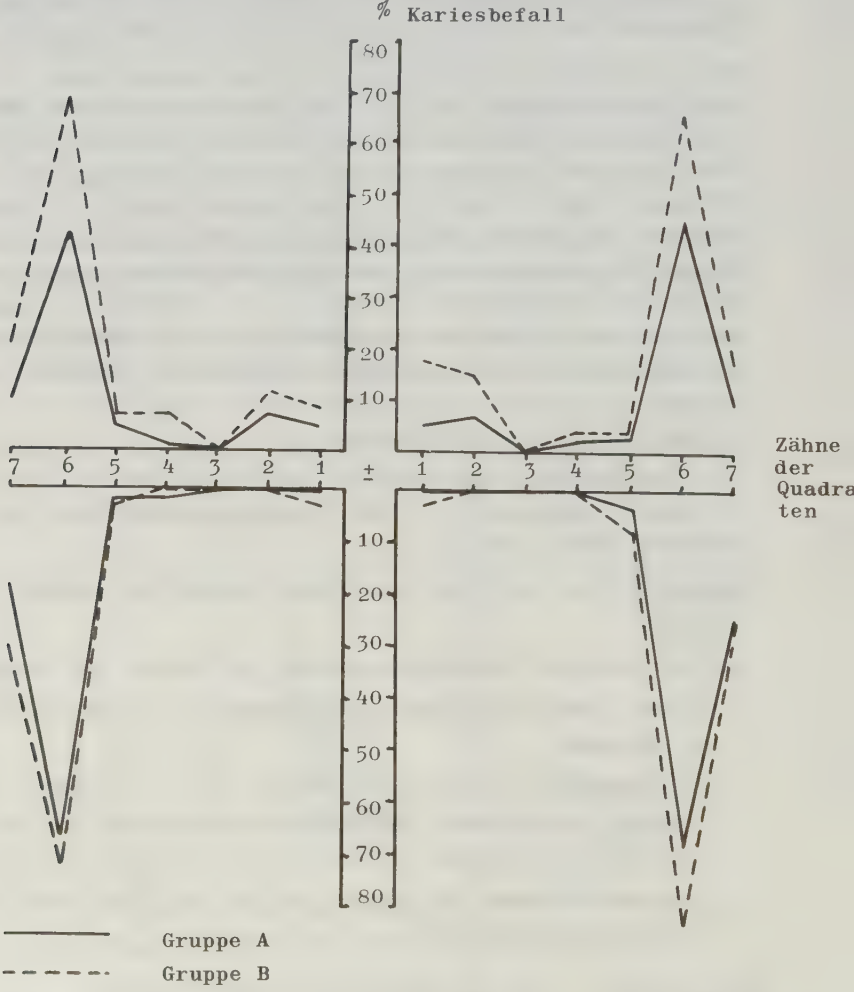


Abb. 6: Kariesbefall der einzelnen Zähne von 12 - 14jährigen Jugendlichen

B. SCHMELZVERÄNDERUNGEN

Die Auswirkungen der hohen Fluoridzufuhr auf den Zahnschmelz wurden in Anlehnung an H.T. DEAN (15) beurteilt. Wie bereits aufgeführt, reicht der Bewertungsmaßstab von 0 (Schmelz ohne makroskopisch sichtbare Hypoplasie) bis 4 (schwere Farb- und Formveränderungen). Vier Zwischenstufen bieten die Möglichkeit, den Zustand der Zahnoberfläche näher zu kennzeichnen. Eine Beurteilung der dentalfluorotischen Erscheinungen ist nur für die Zähne sinnvoll, die mit mindestens einem Drittel der zu erwartenden Kronenlänge durchgebrochen sind. Als untere Grenze wurde daher das Durchbruchsstadium 3 definiert. In der folgenden Tabelle finden sich die Gesamtzahlen der inspizierten Zähne, aufgelistet nach dem Schweregrad. Außerdem wird die prozentuale Aufteilung angegeben. Die Gruppe der 121 Kinder, die ständig am Untersuchungsort gelebt hat, konnte mit insgesamt 2957 Zähnen aufwarten. Die 35 zugezogenen Probanden gingen mit 868 Zähnen in die statistische Auswertung ein.

Schweregrad der Schmelzveränderung	Anzahl der Zähne mit dem entsprechenden Schweregrad		Prozentuale Verteilung (%)	
0	1189	(703)	40,2	(81,0)
0,5	414	(55)	14,0	(6,3)
1	588	(72)	19,9	(8,3)
2	451	(32)	15,2	(3,7)
3	266	(1)	9,0	(0,1)
4	49	(5)	1,7	(0,6)
	2957	(868)	100,0	(100,0)

Tab. 2: Schmelzveränderungen der Gruppen A und B (Angaben der Gruppe B in Klammern)

Die Ergebnisse der Tabelle 2 lassen sich in einem Schaubild (Abb. 7) zusammenfassen.

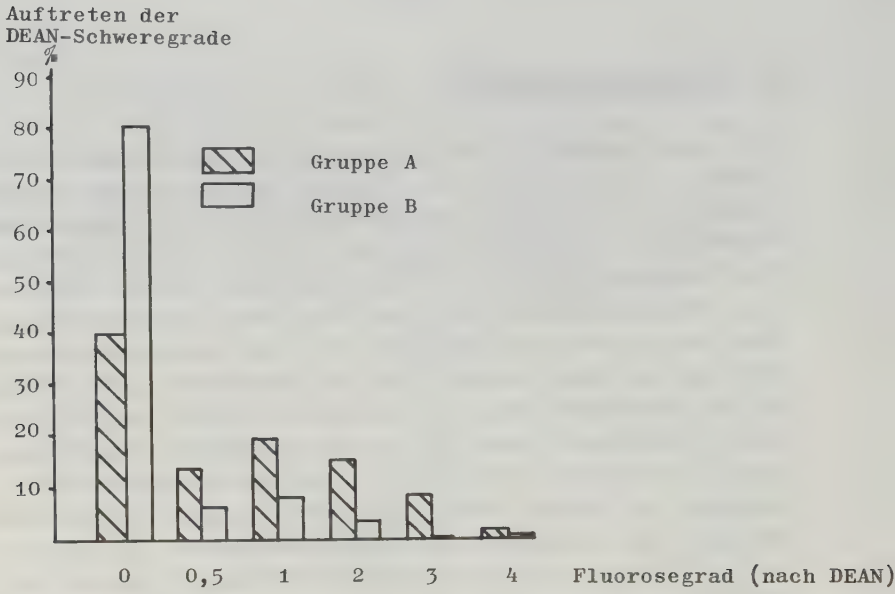


Abb. 7: Prozentuale Verteilung der Schmelzveränderungen

Nach W. KÜNZEL läßt sich ein mittlerer Schweregrad je Proband ermitteln. Diese Größe, im amerikanischen Schrifttum als "community index of dental fluorosis" (F_{ci}) bezeichnet, bietet die Möglichkeit des Vergleichs von Fluoroseerscheinungen. Der Autor gibt in seiner Arbeit die Vorschrift zur Berechnung des Index an (49):

$$F_{ci} = \frac{\sum (n \cdot w)}{\sum \text{Probanden}}$$

n = Summen der Probanden mit den einzelnen DEAN-Schweregraden 0, 0,5, 1, 2, 3, 4

w = DEAN-Zahlenwerte in der entsprechenden Reihenfolge

Für die Gruppen A und B werden F_{ci}-Werte von 1,45 und 0,37 ermittelt. Der hochsignifikante Unterschied ($p < 0{,}00001$) ergibt sich aus der fehlenden Fluoridzufuhr während der Mineralisationsphase.

Die Untersuchungen lassen auch eine Aussage über die Verteilung der Schmelzflecken auf die Zahngruppen zu. In Übereinstimmung mit MØLLER et al. (59) sind die Prämolaren in Ober- und Unterkiefer am häufigsten betroffen, dicht gefolgt von den Oberkiefereckzähnen. Die unteren zweiten Molaren und die mittleren Schneidezähne des OK weisen ebenfalls viele Hypoplasien auf. Die Anschlußgruppe bilden die oberen seitlichen Incisivi und zweiten Molaren des ersten und zweiten Quadranten. In der weiteren Folge können die 6-Jahr-Molaren des OK, die Eckzähne des UK, die 6-Jahr-Molaren des UK und die unteren Schneidezähne genannt werden. Die Incisivi des dritten und vierten Quadranten zeigen einen äußerst geringen Befall; nur bei einem Kind wurde der Schweregrad 4 erreicht. Die graphische Darstellung (Abb. 8) läßt das Vorhandensein einer medianen, anterior-posterioren Symmetrieebene erkennen.

	Zahn	Häufigkeit in Prozent
PM OK	25	70,3
	15	68,9
	14	68,0
	24	66,3
PM UK	44	63,8
	45	61,1
	35	58,6
	34	57,7
C OK	23	51,7
	13	47,9
	37	47,6
I1 OK	11	47,1
	21	47,1
	47	46,1
I2 OK	12	43,2
	22	42,4
M2 OK	17	42,1
	27	41,7
M1 OK	26	41,7
	16	39,0
C UK	43	36,0
	33	34,6
M1 UK	36	33,9
	46	33,1
I1,I2 UK	42	28,9
	31	28,3
	41	28,3
	32	28,1

Tab. 3: Häufigkeit von Schmelzveränderungen der DEAN-Schweregrade 1, 2, 3 und 4, bezogen auf die Gesamtzahl der in dieser Zahngruppe beurteilbaren Zähne

Die Angaben beziehen sich ausschließlich auf die Probanden, die ständig in diesem Raum lebten.

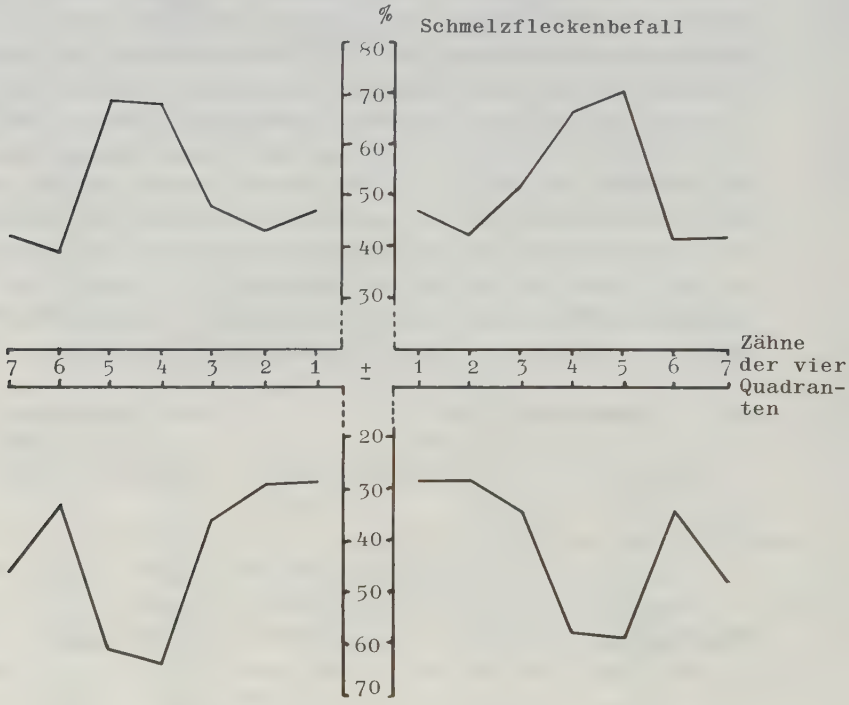


Abb. 8: Graphische Darstellung der Tabelle 3

C. ERUPTIONSVERHALTEN

Die folgende Tabelle spiegelt zur Untersuchungszeit die Verteilung der Zähne auf die einzelnen Phasen des Durchbruchs wider.

Durchbruchsstadium	N		%	
0	209	(31)	6,25	(3,22)
1	132	(48)	3,94	(4,99)
2	46	(15)	1,38	(1,56)
3	37	(10)	1,11	(1,04)
4	105	(32)	3,14	(3,33)
5	2815	(826)	84,18	(85,86)
	3344	(962)	100,00	(100,00)

Tab. 4: Zahlenmäßige und prozentuale Verteilung der Zähne auf die einzelnen Phasen des Durchbruchs (Gruppen A und B; B-Angaben in Klammern)

Zur Beurteilung der Durchbruchsstadien können nur die Zahngruppen herangezogen werden, die einen noch nicht abgeschlossenen Durchbruch erwarten lassen. Bei 12 - 14jährigen Jugendlichen erfüllen die zweiten Molaren, die Eckzähne und die Prämolaren diese Anforderung.

In Tabelle 5 sind ausschließlich Zähne aufgenommen, die mit mehr als 2/3 der zu erwartenden Kronenlänge durchgebrochen sind. Anhand vergleichender Betrachtungen der rechten und linken Kieferhälften läßt sich die Aussage treffen, daß der Zahndurchbruch weitgehend symmetrisch erfolgt. Bedingt durch die größere Teilnehmerzahl der Gruppe A sind die Abweichungen geringfügiger als in der Gruppe B.
Faßt man in Ober- und Unterkiefer die Zähne einer Zahngruppe zusammen und errechnet hierfür den prozentualen Anteil der zweiten Molaren, der Eckzähne und der Prämolaren, die sich im Durchbruchsstadium 5 befinden, so ergeben sich die Prozentangaben der Tabelle 6.

Zahn (nur D5)	N	%
17	65 (15)	53,7 (42,9)
27	58 (17)	47,9 (48,6)
37	65 (22)	53,7 (62,9)
47	70 (21)	57,9 (60,0)
15	99 (28)	81,8 (80,0)
25	99 (29)	81,8 (85,3)
35	82 (25)	68,9 (71,4)
45	83 (27)	69,7 (77,1)
13	89 (25)	73,6 (71,4)
23	80 (26)	66,1 (74,3)
33	102 (31)	84,3 (88,6)
43	103 (31)	85,1 (88,6)
14	95 (25)	86,4 (89,3)
24	97 (27)	85,1 (87,1)
34	96 (29)	81,4 (87,9)
44	99 (31)	85,3 (93,9)

Tab. 5: Zahlenmäßiger und prozentualer Anteil der zweiten Molaren, der Eckzähne und der Prämolaren im Durchbruchsstadium 5 (Gruppen A und B; B-Angaben in Klammern)

	Zähne	% (D 5) Gruppe A	% (D 5) Gruppe B
OK	13 + 23	69,8	72,9
	14 + 24	85,7	88,1
	15 + 25	81,8	82,6
	17 + 27	50,8	45,7
UK	33 + 43	84,7	88,6
	34 + 44	83,3	90,9
	35 + 45	69,3	74,3
	37 + 47	55,8	61,4

Tab. 6: Prozentualer Anteil der Zähne im Durchbruchsstadium 5 innerhalb einzelner Zahngruppen für die Gruppen A und B (rechts und links zusammengefaßt)

V. DISKUSSION

A. BEURTEILUNG DER KARIESSTATISTISCHEN UNTERSUCHUNGEN

Der gruppeninterne Vergleich, nach Abbildung 5, ergibt beim DMF-T-Wert eine Kariesreduktion von 30,0 % (Gruppe A gegenüber der Gruppe B); bei der Betrachtung der Anzahl der "Decayed", "Missing" oder "Filled" Flächen zeigt sich, daß die Kinder, die ständig im Wasserversorgungsgebiet Büchenbach - Aurach gelebt haben, eine um 31,8 % niedrigere DMF-S-Zahl aufweisen. Obwohl sich unter den 35 Vergleichskindern sicher einige befinden, die bereits vor Jahren in dieses Gebiet zugezogen sind und somit lange Zeit fluoridhaltiges Wasser zu sich nahmen, haben diese Probanden im Mittel um ca. 31 % höhere DMF-T- und DMF-S-Werte.

Im Jahre 1979 veröffentlichten GÜLZOW und MAEGLIN die Ergebnisse 15-jähriger Trinkwasserfluoridierung in Basel (25). In der Gruppe der 13jährigen, die auch für unsere Untersuchungen maßgeblich ist, sank der DMF-T-Wert von 11,6 auf 4,4 und der DMF-S-Wert von 23,4 auf 6,6. Die Reduktionen des Kariesbefalls liegen bei einem Trinkwasserfluoridgehalt von 1 ppm also bei 62,1 und 71,8 %. Die am 1. Mai 1961 einsetzenden Fluoridierungsmaßnahmen veränderten auch das Verhältnis DMF-T- zu DMF-S-Index von ursprünglichen 1 : 2 auf 1 : 1,5 im Jahre 1977 (für diese Altersgruppe). Die Büchenbach - Aurach - Untersuchung ergab für jeden Zahn, der in die DMF-T-Auszählung eingeht, im Schnitt ebenfalls 1,5 Läsionsflächen. Auch die DMF-T- und DMF-S-Indices des eigenen mittelfränkischen Probandengutes kongruieren mit den Basler Ergebnissen. Die Aussage über die hervorragende kariesprophylaktische Wirkung auch der natürlich vorkommenden Fluoride findet sich somit bestätigt.

Zahn (nur D5)	N	%
17	65 (15)	53,7 (42,9)
27	58 (17)	47,9 (48,6)
37	65 (22)	53,7 (62,9)
47	70 (21)	57,9 (60,0)
15	99 (28)	81,8 (80,0)
25	99 (29)	81,8 (85,3)
35	82 (25)	68,9 (71,4)
45	83 (27)	69,7 (77,1)
13	89 (25)	73,6 (71,4)
23	80 (26)	66,1 (74,3)
33	102 (31)	84,3 (88,6)
43	103 (31)	85,1 (88,6)
14	95 (25)	86,4 (89,3)
24	97 (27)	85,1 (87,1)
34	96 (29)	81,4 (87,9)
44	99 (31)	85,3 (93,9)

Tab. 5: Zahlenmäßiger und prozentualer Anteil der zweiten Molaren, der Eckzähne und der Prämolaren im Durchbruchsstadium 5 (Gruppen A und B; B-Angaben in Klammern)

	Zähne	% (D 5) Gruppe A	% (D 5) Gruppe B
OK	13 + 23	69,8	72,9
	14 + 24	85,7	88,1
	15 + 25	81,8	82,6
	17 + 27	50,8	45,7
UK	33 + 43	84,7	88,6
	34 + 44	83,3	90,9
	35 + 45	69,3	74,3
	37 + 47	55,8	61,4

Tab. 6: Prozentualer Anteil der Zähne im Durchbruchsstadium 5 innerhalb einzelner Zahngruppen für die Gruppen A und B (rechts und links zusammengefaßt)

V. DISKUSSION

A. BEURTEILUNG DER KARIESSTATISTISCHEN UNTERSUCHUNGEN

Der gruppeninterne Vergleich, nach Abbildung 5, ergibt beim DMF-T-Wert eine Kariesreduktion von 30,0 % (Gruppe A gegenüber der Gruppe B); bei der Betrachtung der Anzahl der "Decayed", "Missing" oder "Filled" Flächen zeigt sich, daß die Kinder, die ständig im Wasserversorgungsgebiet Büchenbach - Aurach gelebt haben, eine um 31,8 % niedrigere DMF-S-Zahl aufweisen. Obwohl sich unter den 35 Vergleichskindern sicher einige befinden, die bereits vor Jahren in dieses Gebiet zugezogen sind und somit lange Zeit fluoridhaltiges Wasser zu sich nahmen, haben diese Probanden im Mittel um ca. 31 % höhere DMF-T- und DMF-S-Werte.

Im Jahre 1979 veröffentlichten GÜLZOW und MAEGLIN die Ergebnisse 15-jähriger Trinkwasserfluoridierung in Basel (25). In der Gruppe der 13jährigen, die auch für unsere Untersuchungen maßgeblich ist, sank der DMF-T-Wert von 11,6 auf 4,4 und der DMF-S-Wert von 23,4 auf 6,6. Die Reduktionen des Kariesbefalls liegen bei einem Trinkwasserfluoridgehalt von 1 ppm also bei 62,1 und 71,8 %. Die am 1. Mai 1961 einsetzenden Fluoridierungsmaßnahmen veränderten auch das Verhältnis DMF-T- zu DMF-S-Index von ursprünglichen 1 : 2 auf 1 : 1,5 im Jahre 1977 (für diese Altersgruppe). Die Büchenbach - Aurach - Untersuchung ergab für jeden Zahn, der in die DMF-T-Auszählung eingeht, im Schnitt ebenfalls 1,5 Läsionsflächen. Auch die DMF-T- und DMF-S-Indices des eigenen mittelfränkischen Probandengutes kongruieren mit den Basler Ergebnissen. Die Aussage über die hervorragende kariesprophylaktische Wirkung auch der natürlich vorkommenden Fluoride findet sich somit bestätigt.

Eine Veröffentlichung von DIETZ et al. (20) liefert uns Bezugswerte, die im Zusammenhang mit den Befunden aus Basel (23, 24, 25) und der Büchenbach - Aurach - Studie zu sehen sind. Eine Bestandaufnahme des Gebißzustandes 7 - 10jähriger Kinder im Raum München zeigte bereits einen DMF-T-Wert von 9,38, wobei keine karies- und füllungsfreien Gebisse gefunden wurden. Bei der Gruppe B aus Mittelfranken weist ebenfalls kein einziges Kind einen einwandfreien Gebißzustand auf; in der Gruppe A sind es immerhin 7,4 %.
Ähnliche Befunde erhoben auch GÜLZOW et al. (24):
Alle Gebisse 13jähriger Schulkinder zeigen kurz vor Beginn der Fluoridierungsmaßnahmen kariöse Läsionen. 10 Jahre nach Einführung der TWF haben über 10 % dieser Altersgruppe kariesfreie Gebisse.

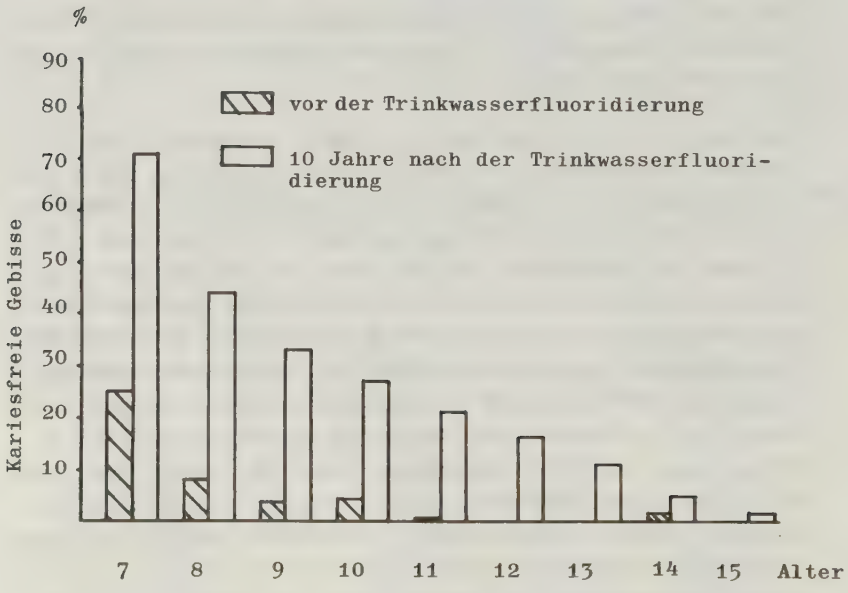


Abb. 9: Häufigkeit kariesfreier Gebisse bei 7 - 15jährigen Basler Schulkindern vor (1961) und 10 Jahre nach Einführung der Trinkwasserfluoridierung (1972).

Weitere 5 Jahre später haben sich die Verhältnisse noch weiter verschoben: 76 % der 7jährigen und 15 % der 15jährigen haben einen kariesfreien Zahnbestand (11).

Eine englische Studie, welche die Ortschaften West Hartlepool ($[F^-]$ = 2 ppm) und York ($[F^-]$ = 0,2 ppm) betrifft, gibt 6,2 % bzw. 0,8 % kariesfreie Hartlepool- bzw. York-Kinder im Alter von 15 Jahren an (63).

Beim Vergleich zweier Altersgruppen wurden von PATZ, NAUJOKS und DEBES die DMF-T- und DMF-S-Werte einer Schülergruppe (Durchschnittsalter 16 Jahre, 4 Monate) mit 12,7 und 23,9 angegeben (68). Analoge Erhebungen an einer im Durchschnitt um 7,5 Jahre älteren Studentengruppe ergaben die Indices 15,5 und 32,5. Ein Schaubild zeigt die Karieshäufigkeit der einzelnen Zahntypen.

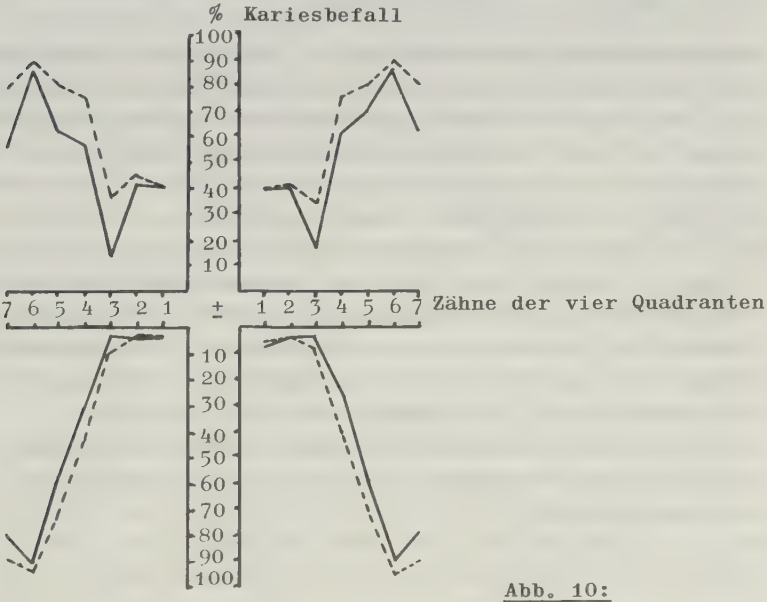


Abb. 10:
Kariesbefall der einzelnen Zähne in %

SERGL und ZIEGELMAYER geben nach Aufarbeitung eines umfangreichen statistischen Materials über 8605 Patienten ihre Reihenfolge abnehmender Kariesresistenz an (74): Unterkieferfrontzähne, Eckzähne des Oberkiefers, Oberkieferschneidezähne, Prämolare beider Kiefer, 3., 2. und 1. Molar beider Kiefer.
Die Autoren verweisen auf einige Dissertationen über dieses Gebiet (28, 40, 73, 86). Bei den kariesepidemiologischen Untersuchungen von J. PATZ und R. NAUJOKS werden bei ähnlicher Feststellung die zweiten Prämolaren nach den Molaren als besonders kariesanfällig bezeichnet.

Die eigenen Ergebnisse zeigen gute Übereinstimmung mit den aufgeführten Literaturen. Es muß allerdings berücksichtigt werden, daß sich der Kurvenverlauf von Abbildungen über den Kariesbefall einzelner Zähne (siehe Abb. 10) mit dem Durchschnittsalter der Probanden ändert.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß der hohe Fluoridgehalt im Trinkwasser ein starkes Absinken der Kariesanfälligkeit zur Folge hat. Selbst gegenüber der internen Vergleichsgruppe B, deren Mitglieder unterschiedlich lange diesen Fluoridkonzentrationen ausgesetzt waren, wird eine Kariesreduktion von 31,8 % erreicht. Diese Prozentzahl bezieht sich auf den wesentlich subtileren DMF-S-Wert. Im Vergleich mit der 13jährigen Basler Probandengruppe aus dem Jahre 1961 ergibt sich hierfür gar eine Verminderung von 80 %. Die deutlichste Erhöhung der Kariesresistenz wird bei den 6-Jahr-Molaren erreicht. Es nimmt mit der Zahl der kariösen 1. Molaren auch die Anzahl der an diesem Zahn zerstörten Flächen ab.
Die Mundhygiene spielt hierbei keine dominierende Rolle, da innerhalb des Probandengutes Kinder mit guter Mundpflege die Ausnahme bildeten.

B. BEURTEILUNG DER SCHMELZVERÄNDERUNGEN

Erwartungsgemäß sind in dem fluorendemischen Gebiet Mittelfrankens häufig Schmelzveränderungen anzutreffen. 45,8 % der Zähne der von Geburt an dort lebenden Kinder weisen Schmelzhypoplasien der DEAN-Schweregrade 1, 2, 3 und 4 auf. DEAN selbst gibt bei 2,9 ppm Fluorid einen Prozentsatz von über 80 an (16).

Die Probanden, die erst im Laufe ihres Lebens in den Raum Büchenbach - Aurach gezogen sind, erreichen im Vergleich nur 12,7 %. Bei ihnen ist auch die ästhetische Beeinflussung denkbar gering, da nur 4,4 % aller untersuchten Zähne gut sichtbare opake oder verfärbte Stellen aufweisen (Bewertungen: 2, 3, 4). Die Gruppe A imponiert bereits mit nahezu 26 % milden bis schweren Hypoplasien.
Dementsprechend fallen auch die "community indices of fluorosis" aus. Die F_{ci}-Mittelwerte wurden zu 1,45 (Gruppe A) und 0,37 (Gruppe B) errechnet und reihen sich damit an entsprechende Literaturwerte anderer Autoren.

Autoren	Untersuchungsland	Fluoridkonzentration (ppm)	Community index of mottling (F_{ci})
MØLLER (58)	Dänemark	3,0	1,3
MØLLER (58)	USA	3,0	1,75
FORREST (21)	England	3,0	1,5
KUNZ (50)	Deutschland	1,8	1,26

Tab. 7: Dentalfluoroseindices einiger Autoren

Nach Meinung von KRÖNCKE (44) ergeben sich die unterschiedlichen Literaturangaben durch die äußerst unsichere Auftrennung in fluorid- und nicht fluoridbedingte Schmelzhypoplasien.
WEISSKOPF, GÜLZOW und MAEGLIN (83) führen zur Häufigkeit idiopathischer Schmelzflecken an, daß bei nahezu gleicher

Fluoridkonzentration je nach Untersucher Differenzen bis zu 80 % auftreten.
Wie FORREST (21) definiert KRÖNCKE einen F_{ci}-Wert als obere Fehlergrenze, bei dessen Überschreiten von Dentalfluoroseerscheinungen gesprochen werden darf. Allein die nichtfluoridbedingten Hypoplasien entsprechen bereits einem F_{ci} von 0,3. Demzufolge zeigt unsere Probandengruppe B nahezu keine Schmelzveränderungen, die der Fluoridkonzentration anzulasten wären. Die von uns gefundene Verteilung der Schmelzveränderungen auf die Zahntypen entspricht den Literaturangaben von MØLLER et al. (58, 59). Da die Gesamtzahl der in jeder Zahngruppe beurteilbaren Zähne mit 100 % angesetzt ist, spiegelt die Abbildung 8 einen altersunabhängigen Verlauf wider.

Zum Problemkreis "mottled enamel" kann nach Auswertung der Befunde von uns hinzugefügt werden, daß bei 3 ppm häufig Schmelzveränderungen auftreten, die besonders die Ästhetik der oberen Incisivi beeinträchtigen.
Nach STOCKER (77) sind diese Hypoplasien bei 2 - 3 ppm Fluoridkonzentration die einzige toxische Wirkung und auch nicht das Symptom einer anderen fluoridbedingten Erkrankung.

C. BEURTEILUNG DES ERUPTIONSVERHALTENS

Die Tabelle 6 gibt Auskunft über das prozentuale Auftreten korrespondierender Zähne der linken und rechten Kieferseite im Durchbruchsstadium 5. Diese Vereinfachung erscheint wegen der rechts und links nahezu gleichzeitig auftretenden Durchbruchstermine sinnvoll (7).
Durch die geringen Probandenzahlen bedingt, ist eine Berechnung des mittleren posteruptiven Zahnalters (für jedes Zahnpaar) nach den von BAUER et al. (6) erarbeiteten Modellen

wenig aussichtsreich. Es läßt sich aber, unter der Voraussetzung, daß der Zeitraum vom initialen Durchbrechen bis zum Durchbruchsstadium 5 für die Eckzähne, Prämolaren und 2. Molaren etwa gleich groß ist, die Durchbruchsfolge nachvollziehen. Damit ergibt sich aus der Tabelle 6 für die Gruppe A die chronologische Reihenfolge:
Oberkiefer 4, 5, 3, 7
Unterkiefer 3, 4, 5, 7
Ober- und Unterkiefer gemeinsam $\underline{4}$, $\overline{3}$, $\overline{4}$, $\underline{5}$, $\underline{3}$, $\overline{5}$, $\overline{7}$, $\underline{7}$

Die Angaben, die Ober- und Unterkiefer getrennt betreffen, decken sich mit den von BAUER und Mitarbeitern (6) aufgestellten Reihenfolgen aus zwei Städten mit fluoriddefizitärem Trinkwasser. Die globale Eruptionsfolge gaben sie nach der Untersuchung von etwa 54 000 Probanden in der Folge $\underline{4}$, $\overline{3}$, $\overline{4}$, $\underline{5}$, $\overline{5}$, $\underline{3}$, $\overline{7}$, $\underline{7}$ an.
Die Autoren KÜNZEL und BLÜTHNER (45, 47) vermuten, daß Fluoridzufuhr über einen verlangsamten Milchmolarenverlust (erhöhte Kariesresistenz) das Durchbruchsverhalten der Prämolaren normalisiert.
Dieser verzögerte Effekt könnte die Ursache des Platztausches der Oberkiefereckzähne mit den unteren 2. Prämolaren sein.
Im Gegensatz zu den genannten Autoren bleiben jedoch die Reihenfolgen für Ober- und Unterkiefer unverändert.
Vergleiche zwischen den Gruppen A und B lassen jedoch keine signifikanten Unterschiede erkennen. In der Probandengruppe B ist zwar der Zahndurchbruch etwas weiter fortgeschritten, als Ursache muß aber das geringfügig höhere Durchschnittsalter angenommen werden.

Entgegen den Ansichten von AINSWORTH (2), WEAWER (82) und SHORT (75) scheint sich das erhöhte interne Fluoridangebot nicht in einer Durchbruchsverzögerung zu manifestieren.
Die besondere Bedeutung, die ADLER (1) und JIRÁSKOVÁ (36)

den späteren Eruptionsterminen der Prämolaren zuordnen, kann nicht bestätigt werden. Aus den statistischen Ergebnissen unserer Untersuchungen lassen sich keine Rückschlüsse auf zeitlich veränderte Durchbruchstermine bestimmter Zahngruppen ziehen. Die Aussagekraft ist erheblich durch die für diese Erhebung zu niedrige Probandenzahl eingeschränkt.

VI. ZUSAMMENFASSUNG

Die vorliegende Arbeit basiert auf den zahnmedizinischen Untersuchungen, die an 156 Jugendlichen im Alter von 12 bis 14 Jahren vorgenommen wurden. Anlaß war der hohe Fluoridgehalt von ca. 3 ppm im Trinkwasser des Wasserversorgungsgebietes Büchenbach - Aurach. Der Großteil der Probanden lebt seit Geburt in diesem Gebiet (Gruppe A); 35 Jugendliche, die im Laufe ihres Lebens zugezogen sind, werden als interne Vergleichsgruppe geführt (Gruppe B).

Als Wirkung der Fluorid-Ionen auf Zahnhartsubstanzen ist aus der Literatur bekannt, daß einerseits die Kariesanfälligkeit der Zähne herabgesetzt wird, andererseits aber Schmelzveränderungen auftreten können.
Umstritten ist der Einfluß, den das Spurenelement auf den Zahndurchbruch ausübt.

Die ermittelte Verminderung der Karieshäufigkeit der Gruppe A gegenüber der Gruppe B liegt bei 31 %, wobei aber die 35 Probanden ab Zeitpunkt des Wohnortwechsels ebenfalls dem kariesprotektiven Fluorid ausgesetzt waren. Wesentlich deutlicher fällt der Vergleich mit Literaturangaben über Gleichaltrige aus, die keinen Zugang zur Fluoridprophylaxe hatten. Die Schutzfunktion zeigt sich besonders an den Zähnen mit frühen Durchbruchsterminen.

Die in der Gruppe A auftretenden Schmelzveränderungen reichen von kaum sichtbaren opaken Flecken bis zu Form- und Farbveränderungen, die die Ästhetik erheblich beeinflussen. Die symmetrische Verteilung innerhalb der Gebisse läßt einen bevorzugten Befall der Prämolaren und der Oberkieferschneidezähne erkennen. Bei prozentualer Auswertung weist die Gruppe B nur halb so viel Hypoplasien auf. Schwerwiegende Veränderungen sind hier sehr selten.

Zum Zeitpunkt der Untersuchung befinden sich die Jugendlichen in der Endphase des Zahndurchbruchs. Ein signifikant unterschiedliches Eruptionsverhalten der Eckzähne, Prämolaren und 2. Molaren beider Gruppen kann nicht bestätigt werden.
Die Durchbruchsreihenfolge - dargestellt für die Gruppe A - kongruiert mit entsprechenden Forschungsergebnissen aus fluordefizitären Gebieten.

UNIVERSITÄTSKLINIK UND POLIKLINIK FÜR ZAHN-, MUND- UND KIEFERKRANKHEITEN
BAYERISCHE JULIUS-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT

DIREKTOR: PROFESSOR DR. R. NAUJOKS

Anlage 1

8700 WÜRZBURG, im Mai 1978
PLEICHERWALL 2
FERNRUF 311

Sehr geehrte Eltern!

In der nächsten Zeit werden von den Zahn-Mund-Kieferkliniken der Universitäten Erlangen-Nürnberg und Würzburg zahnärztliche Untersuchungen in mehreren Schulen einschließlich der Schule Ihres Kindes durchgeführt. Dazu gehören auch Röntgenaufnahmen von einigen Zähnen sowie von einer Hand. Die Untersuchungen finden in Übereinstimmung mit dem Gesundheitsamt Schwabach, im Einverständnis mit der zuständigen Schulbehörde und nach Genehmigung durch das Bayerische Landesamt für Umweltschutz statt. Der Schulzahnarzt ist selbstverständlich ebenfalls informiert.
Wir bitten Sie nun durch Beantwortung folgender Fragen um Ihre Hilfe:

Familienname (des Kindes): . . . . . .

Vorname: . . . . . .

Geburtsdatum: . . . . . .

Geburtsort: . . . . . .

Jetzige Anschrift: . . . . . .

. . . . . .

Hat das Kind ständig am jetzigen Wohnort gelebt? ☐ ja ☐ nein

Wenn nein,
wo hat es sonst gelebt? . . . . . .

Wie lange hat es anderenorts gelebt? . . . . . .

Ist das Kind während der letzten 12 Monate geröntgt worden? ☐ ja ☐ nein

Wenn ja, bei welchem Arzt? . . . . . .

Werden in der Familie fluorhaltige Zahnpasten benutzt? ☐ ja ☐ nein

---

Erhält das Kind zur Verhütung von Karies (Zahnfäule) Fluoridtabletten? ☐ regelmäßig ☐ gelegentlich ☐ nie

---

Ich erkläre mich einverstanden, daß mein Kind an der geplanten Untersuchung teilnimmt.

Datum: . . . . . .

. . . . . .

Unterschrift des
Erziehungsberechtigten

Anlage 2

Name . . . . . Vorname . . . . . .

Schule . . . . . Klasse . . . . . .

Wie oft putzt Du Deine Zähne?

- täglich 3 x ☐
- täglich 2 x ☐
- täglich 1 x ☐
- ab und zu ☐
- gar nicht ☐

Wann putzt Du Deine Zähne?

- morgens vor dem Frühstück ☐
- morgens nach dem Aufstehen ☐
- vor dem Schlafengehen ☐
- keine feste Zeit ☐

Reinigst Du Deine Zahnzwischenräume extra mit Zahnseide?

- ja ☐
- nein ☐

Ißt Du Süßigkeiten?

- sehr oft ☐
- oft ☐
- selten ☐
- nie ☐

Putzt Du Deine Zähne nachdem Du Süßigkeiten gegessen hast?

- ja ☐
- nein ☐

Was trinkst Du am häufigsten?

- Kaffee ☐
- Tee ☐
- Milch ☐
- Fruchtsaft ☐
- Limonade ☐
- Coca Cola ☐

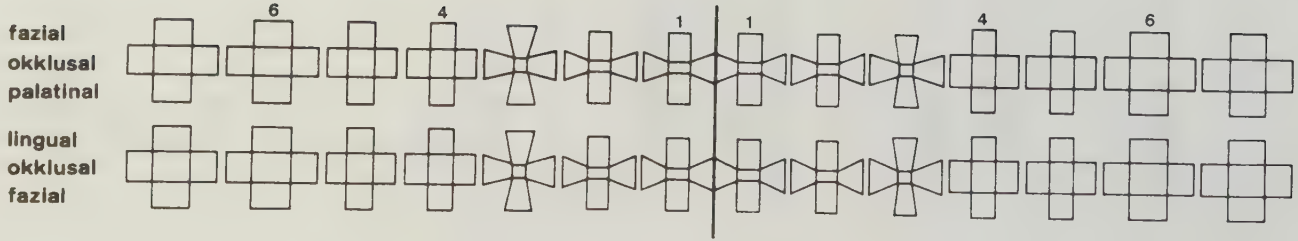
Befundblatt II

Prob. Nr.

Anlage 3

Name: . . . . . .

Vorname: . . . . . .



Nichtanlage von:

Zahnverlust durch Unfall:

Extraktion aus KfO-Gründen:

Allg. Eindruck über Mundhygiene:

gut:	A	☐
mäßig:	B	☐
schlecht:	C	☐

Mein Dank gilt

Herrn Privatdozent Dr. W. Wiedemann und

Herrn Professor Dr. R. Naujoks

für die Überlassung des Themas und die freundliche Unterstützung.

L I T E R A T U R V E R Z E I C H N I S

(1) ADLER, P.: Acta Med. Hung. 2, 349 (1951)
zit. aus KÜNZEL, W., Stomat. DDR 26, 310 (1976)

(2) AINSWORTH, N.: Brit. Dent. J. 55, 233 (1933)
zit. aus KÜNZEL, W., Stomat. DDR 26, 310 (1976)

(3) BARTH, T.F.W.: The geochemical cycle of fluoride.
J. Geol. 55, 420 (1947)

(4) BAUME, L.J.: Allgemeine Grundsätze für eine internationale Normung der Karies-Statistiken.
Int. dent. J. 12, 279 (1962)

(5) BAUME, L.J.: Klassifizierung epidemiologischer Studien über Zahnkaries und Definition verwandter Begriffe (übersetzt von G. FRANKE).
Int. dent. J. 26, 73 (1976)

(6) BAUER, P., BINDER, K., BUKOVICS, E., HUSINSKY, I., KLEINERT, W., SCHEIBER, V., ÜBERHUBER, C.W., WESTPHAL, G., WOHLZOGEN, F.X.: Modelle für den Kariesbefall der Zähne des bleibenden Gebisses. I. Statistische Verteilung der Eruptionstermine und Berechnung des posteruptiven Zahnalters.
Biom. Z. 19, 51 (1977)

(7) BAUER, P., BINDER, K., HUSINSKY, I., KLEINERT, W., KÜNZEL, W., SCHEIBER, V., ÜBERHUBER, C.W., WESTPHAL, G., WOHLZOGEN, F.X.: Berechnung des durchschnittlichen posteruptiven Zahnalters aufgrund der Ergebnisse von Durchschnittserhebungen.
Dtsch. Zahn-, Mund- und Kieferheilk. 66, 227 (1978)

(8) BINDER, K.: Kariesstatistische Vergleiche aus Orten Österreichs mit hohem und niederem Fluoridgehalt des Trinkwassers.
Öst. Z. Stomat. 69, 66 (1972)

(9) BRAMSTEDT, F., BANDILLA, A.: Über den Einfluß organischer Fluorverbindungen auf Säurebildung und Polysaccharidsynthese von Plaque-Streptokokken.
Dtsch. zahnärztl. Z. 21, 1390 (1966)

(10) BRUDEVOLD, F., MESSER, A.C.: Seeding effect of HA (hydroxyapatite) in calcifying solutions containing different levels of fluoride.
J. dent. Res. 40, 728 (1961)

(11) BÜTTNER, M.: Eindämmung der Karies in Basel.
Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 87, 298 (1977)

(12) BÜTTNER, M.: Der Fluorstoffwechsel bei niedriger und hoher Zufuhr von Fluoriden.
Dtsch. zahnärztl. Z. 23, 123 (1968)

(13) BÜTTNER, M.: Reihenuntersuchungen an Basler Kleinkindern und Primarschülern.
J. Münch: Die zahnärztliche Behandlung des Kindes.
Werk-Verlag München-Gräfelfing 1976

(14) COTTON, F.A., WILKINSON, G.: Anorgan. Chemie.
Verlag Chemie GmbH Weinheim/Bergstraße 1970, S. 40

(15) DEAN, H.T.: Classification of mottled enamel diagnosis.
J. Amer. dent. Ass. 21, 1421 (1934)

(16) DEAN, H.T.: Chronic endemic dental fluorosis (mottled enamel).
J.A.M.A. 107, 1269 (1936)

(17) DEAN, H.T., ARNOLD, F.A., ELVOVE, E.: Domestic water and dental caries.
Publ. Hlth. Rep. (Wash.) 57, 1155 (1942)

(18) DEAN, H.T., JAY, P.A., ARNOLD, F.A., ELVOVE, E.:
Domestic water and dental caries.
Publ. Hlth. Rep. (Wash.) 56, 761 (1941)

(19) DEMOLE, V., HELD, A.J.: Fluor et santé générale. Etat de santé de la population autochtone et immigrée du village de Sembrancher.
Schweiz. med. Wschr. 83, 362 (1953)

(20) DIETZ, G., KIENDL, F., GEROLD, J., BRÖCKL, G.: Bestandsaufnahme des Gebißzustandes 3 - 10jähriger Kinder im Raum München.
Dtsch. zahnärztl. Z. 34, 140 (1979)

(21) FORREST, J.R.: Caries incidence and enamel defects in areas with different levels of fluoride in the drinking water.
Brit. Dent. J. 100, 195 (1956)

(22) GEEVER, E.F., LEONE, N.C., GEISER, P., LIEBERMAN, J.:
Pathologic studies in man after prolonged of fluoride in drinking water.
J. Amer. dent. Ass. 56, 499 (1958)

(23) GÜLZOW, H.-J., HINDERMANN, M.C., KRAFFT, A., MAEGLIN, B., RITZEL, G., de ROCHE, Ch.: Kariesbefall und Kariesfrequenz bei 7 - 15jährigen Basler Schulkindern im Jahre 1967, nach 5jähriger Trinkwasserfluoridierung.
Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 78, 1195 (1968)

(24) GÜLZOW, H.-J., KRÄNZLIN, H., MAEGLIN, B., RITZEL, G., de ROCHE, Ch., SAVOFF, K., SCHMIDT, R.: Kariesbefall und Kariesfrequenz bei 7 - 15jährigen Basler Schulkindern im Jahre 1972, nach 10jähriger Trinkwasserfluoridierung.
Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 84, 19 (1974)

(25) GÜLZOW, H.-J., MAEGLIN, B.: Statistische Ergebnisse 15-jähriger Trinkwasserfluoridierung in Basel.
Dtsch. zahnärztl. Z. 34, 118 (1979)

(26) GUTHERZ, M.: Sozialmedizinische Aspekte der Trinkwasserfluoridierung. Ihre Auswirkung nach 5jährigem Bestehen auf das Gebiß des Kleinkindes und der Kinder der 1. Primarstufe im Kanton Basel-Stadt.
Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 77, 492 (1967)

(27) HAGAN, T.L., PASTERNAK, M., SCHOLZ, G.C.: Waterborne fluorides and mortality.
Publ. Hlth. Rep. 69, 450 (1954)

(28) HARDTMANN, G.: Kariesdisposition der einzelnen Zahntypen.
Med. Diss., Leipzig 1953

(29) HARDWICK, J.L., LEACH, S.A.: The fluoride content of the dental plaque.
Arch. oral. Biol., Supplement, Verhandlungen des 9. Kongresses der ORCA, S. 156 (1962)

(30) HARWOOD, J.E.: The use of an ion-selektive elektrode for routine fluoride analyses on water samples.
Water Research 3, 273 (1969), Pergamon Press

(31) HEIN, G.: Karies oder Fluoridierung - ein Vergleich zwischen Hamburg und Vordingborg/Dänemark
Mschr. Kinderheilk. 125, 61 (1977)

(32) HENSCHLER, D.: Toxikologische Aspekte der kollektiven Fluoranwendung.
Dtsch. zahnärztl. Z. 23, 104 (1968)

(33) HOLM, U.: Die guten Vordingborger Gebisse nüchtern gesehen.
Zahnärztl. Mitt. 64, 1268 (1974)

(34) JACKSON, D., MURRAY, J.J., FAIRPO, C.G.: Life-long benefits of fluoride in drinking water.
Brit. Dent. J. 134, 419 (1973)

(35) JENKINS, G.N., EDGAR, W.M., FERGUSON, D.B.: The distribution and metabolic effects of human plaque fluorine.
Arch. oral. Biol. 14, 105 (1969)

(36) JIRÁSKOVÁ, M., HOŠKOVÁ, M., THOŘOVÁ, J., MRKLAS, L.
Čsl. stomat. 60, 258 (1960)
zit. aus KÜNZEL, W., Stomat. DDR 26, 310 (1976)

(37) KAPPANA, A.N., GADRE, G.T., BHAVNAGARY, H.M., JOSHI, J.M.:
Minor contents of Indian sea-water.
Curr. Sci. 31, 273 (1962)

(38) KINKEL, H.J., RAICH, R., MÜLLER, M.: Karieshemmung durch eine Na_2FPO_3-Zahnpasta nach sieben Jahren Applikation.
Dtsch. zahnärztl. Z. 32, 859 (1977)

(39) KLEIN, H., PALMER, C.E., KNUTSON, J.W.: Studies on dental caries - 1. Dental status and dental needs of elementary school children.
Publ. Hlth. Rep. (Wash.) 53, 751 (1938)

(40) KLÖSER, R.: Zur Statistik der Zahnkaries
Med. Diss., Erlangen 1913

(41) KÖNIG, K.G.: Karies und Kariesprophylaxe.
W. Goldmann Verlag München 1973

(42) KORTÜM, G.: Lehrbuch der Elektrochemie.
Verlag Chemie GmbH Weinheim/Bergstraße 1970, S. 80

(43) KOULOURIDES, T., CUETO, H., PIGMAN, W.: Rehardening of softened enamel surfaces of human teeth by solutions of calcium phosphate.
Nature 189, 226 (1961)

(44) KRÖNCKE, A.: Schmelzflecken unter den Bedingungen fluoridreicher und fluoridarmer Trinkwässer.
Dtsch. zahnärztl. Z. 34, 710 (1979)

(45) KÜNZEL, W.: Querschnittsvergleich mittlerer Eruptionstermine permanenter Zähne bei Kindern in fluorarmen und kariesprotektiv optimierten Trinkwassergebieten.
Stomat. DDR 26, 310 (1976)

(46) KÜNZEL, W.: Influence of water fluoridation on the eruption of permanent teeth.
Caries Res. 10, 96 (1976)

(47) KÜNZEL, W., BLÜTHNER, K.: Vergleich der Okklusionsverhältnisse von Jugendlichen aus Wohngebieten mit unterschiedlichem Fluoridgehalt des Trinkwassers.
Dtsch. Zahn-, Mund- und Kieferheilk. 67, 563 (1979)

(48) KÜNZEL, W., MAIER, S., KLEINE, G.: Zur Kollektivprophylaxe der Karies mit Fluoridtabletten.
Dtsch. Stomat. 18, 301 (1968)

(49) KÜNZEL, W., AUERMANN, E.: Epidemiologische Studien über die Beziehung zwischen dem Fluorgehalt des Trinkwassers, der Dentalfluorose und Kariesverbreitung.
Zahnärztl. Welt/Ref. 68, 513-520 (1967)

(50) KUNZ, Ch.: Zur Häufigkeit von Schmelzhypoplasien in Gebieten mit unterschiedlichem Fluoridgehalt des Trinkwassers.
Med. Diss., Erlangen 1977

(51) LEONE, N.C., STEVENSON, C.A., HILBISH, T.F., SOSMAN, M.C.: A roentgenologic study of a human population exposed to high-fluoride domestic water. A 10-year study.
Am. J. Roentg., Radium Therapy and Nuclear Medicine 74, 874 (1955)

(52) LEX, Chr.: Fluoridgehalt von Zähnen und Trinkwasser bei endemischer Fluorose.
Med. Diss., Erlangen-Nürnberg 1973

(53) MARTHALER, Th.M.: Karieshemmung durch Aminfluoridzahnpasten nach 7jähriger Studiendauer.
Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 78, 134 (1967)

(54) MARTHALER, Th.M., KÖNIG, K.G.: Der Einfluß von Fluortabletten in der Schule auf den Kariesbefall 6 - 15jähriger Kinder.
Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 77, 539 (1967)

(55) MARTHALER, Th.M., KÖNIG, K.G., MÜHLEMANN, H.R.: The effect of fluoride gel used for supervised toothbrushing fifteen or thirty times per year.
Helv. Odont. Acta 14, 67 (1970)

(56) MARTHALER, Th.M., MEJIA, R., TOTH, K., VINES, J.J.: Caries-preventive salt fluoridation.
Caries Res. 12, Suppl. 1, 15 (1978)

(57) MAYER, R.: Die Approximalkaries im Röntgenbild und die Grenzen ihrer Darstellung.
Dtsch. zahnärztl. Z. 22, 294 (1967)

(58) MØLLER, I.J.: Dental fluorose og caries.
Rhodos, Kopenhagen 1965

(59) MØLLER, I.J., PINDBORG, J.J., GEDALIA, I., ROED-PETERSEN, B.: The prevalence of dental fluorosis in the people of Uganda.
Arch. oral Biol. 15, 213 (1970)

(60) MÜHLEMANN, H.R.: Die kariesprophylaktische Wirkung der Aminfluoride.
Quintess., zahnärztl. Lit.,
Referat Nr. 3192 (1967)

(61) MÜHLEMANN, H.R.: Einführung in die orale Präventivmedizin.
Orale Epidemiologie-Karies MBV-2/1
Verlag Hans Huber, Bern 1974

(62) MUHLER, J.C.: Effect of stannous fluoride dentifrice on caries reduction in children during three-year study period.
J. Amer. dent. Ass. 64, 216 (1962)

(63) MURRAY, J.J.: Caries experience of 15-year-old children from fluoride and non-fluoride communities.
Brit. Dent. J. 127, 128 (1969)

(64) NAUJOKS, R.: Kariesprophylaxe durch Fluoridanwendung.
Münch. med. Wschr. 120, 1633 (1978)

(65) NEWESELY, H.: Mechanisms and action of trace elements in the mineralisation of dental hard tissues.
Nyon 1972, Tokyo 1976

(66) NEWESELY, H.: Ist Fluor ein essentieller Spurenbestandteil des physiologischen Milieus?
Dtsch. zahnärztl. Z. 22, 1483 (1967)

(67) PATZ, J., NAUJOKS, R.: Beitrag zur röntgenologischen Kariesdiagnostik.
Dtsch. zahnärztl. Z. 22, 289 (1967)

(68) PATZ, J., NAUJOKS, R., DEBES, G.: Zum Vergleich kariesepidemiologischer Untersuchungen an verschieden alten Probandengruppen.
Dtsch. zahnärztl. Z. 26, 2 (1971)

(69) PERDOK, W.G.: Die Aufnahme von Fluorionen durch Zahnschmelz.
Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 62, 249 (1952)

(70) PILZ, W., PLATHNER, C.H., TAATZ, H.: Grundlagen der Kariologie und Endodontie.
J.A. Barth-Verlag, Leipzig 1969, S. 323

(71) PILZ, W., PLATHNER, C.H., TAATZ, H.: Grundlagen der Kariologie und Endodontie.
J.A. Barth-Verlag, Leipzig 1969, S. 102

(72) ROHOLM, K.: Fluorine Intoxication: A clinical hygienic study with a review of the literature and some experimental investigations.
Lewis, London 1937

(73) RUEGENBERG, I.: Über die Kariesfrequenz an den einzelnen Zähnen und Zahngruppen.
Med. Diss., München 1935

(74) SERGL, H.G., ZIEGELMAYER, G.: Vergleich der Kariesanfälligkeit der einzelnen Zahntypen innerhalb verschiedener Altersgruppen.
Dtsch. zahnärztl. Z. 22, 597 (1967)

(75) SHORT, E.M.: J. Dent. Res. 23, 247 (1944)
zit. aus KÜNZEL, W., Stomat. DDR 26, 310 (1976)

(76) SINGH, A., DASS, R., HAYREH, S.S., JOLLY, S.S.:
Skeletal changes in endemic fluorosis.
J. Bone Joint Surg. 44, 806 (1962)

(77) STOCKER, R.B.D.: Sicheres Trinkwasser.
Brit. Dent. J. 103,9, 317 (1957)

(78) THOMPSON, T.G., TAYLOR, H.J.: Determination and occurrence of fluorides in sea water.
Ind. Engng. Chem. Analyt. Edu. 5, 87 (1933)

(79) VINOGRADOV, A.P.: Geochemie seltener und nur in Spuren vorhandener chemischer Elemente im Boden.
Berlin, Akademie-Verlag Fluorides and Human Health.
WHO Monogr. Ser. 59, 21, Genf 1970

(80) WATTENBERG, H.: Zur Chemie des Meerwassers:
Über die in Spuren vorkommenden Elemente.
Z. Anorgan. Allg. Chem. 251, 86 (1943)

(81) WEATHERELL, J.A.: Fluoride and the skeletal and dental tissues.
Handb. Exp. Pharmak. 20, 141 (1966)

(82) WEAWER, R.: Brit. Dent. J. 76, 29 (1944)
zit. aus KÜNZEL, W., Stomat. DDR 26, 310 (1976)

(83) WEISSKOPF, N., GÜLZOW, J.-J., MAEGLIN, B.: Idiopathische oder fluoridbedingte Schmelzflecken?
Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 82, 47 (1972)

(84) WEYERS, H.: Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde im Kindesalter.
(HARNDT, E., WEYERS, H.), S. 99
Verlag "Die Quintessenz", Berlin 1967

(85) WHO: Expert commitee on water fluoridation.
Wld. Hlth. techn. Rep. Ser., Nr. 146 (1958)

(86) ZANGRI, E.: Conziderazioni statistiche sulla frequenza della carie nei vari gruppi dentali.
Riv. ital. stomat. 15, 777 (1932)

L E B E N S L A U F

Am 28. September 1949 wurde ich, Otto Mulfinger, als Sohn des Angestellten Johann Mulfinger und seiner Ehefrau Therese, geb. Schmal, in Ochsenfurt geboren.

Nach dem Besuch der Grundschule in Ochsenfurt (1955-1959) wechselte ich in das Gymnasium Marktbreit über, in dem ich 1968 das Abitur ablegte.

Im Anschluß absolvierte ich meinen Grundwehrdienst, um im Mai 1970 an der Universität Würzburg mit dem Studium der Chemie zu beginnen. Das Diplom wurde mir im Jahr 1975 erteilt, die Promotion erfolgte im Juli 1980.

Ab 1976 war ich als Student der Zahnheilkunde eingeschrieben. Der Abschluß erfolgte im Januar 1981 mit dem Staatsexamen.

Seit März 1981 bin ich in einer Zahnarztpraxis in Backnang tätig.

Im Oktober 1976 heiratete ich Ilona Otto.
Wir haben zwei Kinder im Alter von fünf und einem Jahr.

Dr. Otto Mulfinger